

**EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTOS PREVIOS EN UN CURSO DE GRADO DE
FISICOQUÍMICA**

**ASSESSMENT OF PRIOR KNOWLEDGE IN A PHYSICAL CHEMISTRY COURSE FOR
UNDERGRADUATE STUDENTS.**

Grompone, M. A.; Rodríguez Ayán, M.N.; Glisenti, M.L.; Rocha, L.

Departamento de Fisicoquímica, Facultad de Química, Universidad de la República.

Gral. Flores 2124. Casilla de Correo 1157. CP 11800 Montevideo, Uruguay.

e-mail: mayan@bilbo.edu.uy

Resumen

En un estudio realizado en la Cátedra de Fisicoquímica de la Facultad de Química se investigó el nivel de conocimientos de estudiantes de tercer año relativo a disciplinas básicas de Enseñanza Secundaria y de la propia Facultad de Química. Si bien los indicadores de UNESCO sitúan al Uruguay dentro de los países con un buen nivel de educación, el presente resultado muestra una realidad preocupante. En primer lugar, el nivel de conocimientos con el cual los estudiantes llegaron a la Facultad fue más bajo que el esperado. En segundo término, su tránsito por esta Facultad, hasta llegar a tercer año, no contribuyó a erradicar carencias importantes sobre conocimientos en química, matemática y física que debieron ser adquiridos en la Enseñanza Secundaria. Finalmente, los conocimientos de Química Analítica y de Fisicoquímica (nivel universitario) son muy escasos. Ello indica que los estudiantes tampoco alcanzaron un nivel aceptable en los cursos brindados por la Facultad. Por otro lado, se confirma que los recursos de interpretación, redacción y síntesis de los estudiantes resultan escasos.

PALABRAS CLAVE : Evaluación de conocimientos, conocimientos previos, Fisicoquímica, estudios universitarios.

Abstract

Students skills in Chemistry, Physics and Mathematics (High School level) and Analytical Chemistry and Physical Chemistry (University level) were tested at the Physical Chemistry Department of the Faculty of Chemistry. Although according to UNESCO, indices of education level in Uruguay reach high values the

results discussed in this paper are very much discouraging. In the first place, students entering the University apparently do not have the necessary background which should have been provided in High School with respect to Chemistry, Physics and Mathematics. In addition, during the first three years of undergraduate courses at the Faculty of Chemistry, the students hardly improve in the fields mentioned above. Finally, high indices of failure are found in Analytical Chemistry and Physical Chemistry tests (both at University level), which suggests that our system of education also fails at University stages. On the other hand, it is found that students skills for reading comprehension, writing and summarizing are very scarce.

KEY WORDS: Assessment of knowledge, prior knowledge, Physical Chemistry, Higher Education.

INTRODUCCION

De acuerdo con los indicadores de UNESCO (Anuario estadístico 1996) el Uruguay está situado entre los países de alto nivel de educación. Como un aporte más a la información con que se cuenta respecto a ello, este trabajo consistió en hacer un diagnóstico del nivel de conocimientos de los estudiantes al inicio del 5º semestre del Núcleo Básico (NB) de la Facultad de Química, el que corresponde al tercer año de estudios universitarios. Dichos estudiantes se encontraban inscritos en el segundo curso de Fisicoquímica. El primer curso de Fisicoquímica (Termodinámica I) es teórico y de problemas en tanto que el segundo (Termodinámica II) y el tercero (Cinética química) son cursos que comprenden clases teóricas y de problemas y prácticos de laboratorio. Son requisitos para ingresar al segundo curso de Termodinámica, tener aprobados los cursos de Termodinámica I (segundo año del NB), Química Analítica Cuantitativa (segundo año del NB), Matemática, Química General y Química Analítica Cualitativa (primer año del NB).

Por otra parte, es alarmante la dificultad de redacción y comprensión lectora que presenta la mayoría de los estudiantes, la cual trasciende los aspectos técnicos referentes a la disciplina particular cuyo conocimiento se evalúa. Este diagnóstico se recoge, en parte, de la experiencia de los docentes, quienes frecuentemente detectan errores de ortografía y de sintaxis en las pruebas escritas realizadas por los estudiantes y dificultades de expresión oral y escrita en términos técnicos y académicos así como una interpretación muchas veces equivocada de las preguntas contenidas en las pruebas. Torres Sánchez (1994) sacó conclusiones similares en un estudio realizado en una prueba anónima de Química planteada a los estudiantes que ingresaron a las Facultades de Ciencias de la Universidad de La Laguna (Tenerife, España) entre los años 1982 y 1992. Por estas razones se incluyó en el trabajo realizado un texto no científico, sobre el que se formularon dos preguntas.

METODOLOGIA DE TRABAJO

El experimento consistió en la realización de una prueba obligatoria por parte de todos los estudiantes del segundo curso de Fisicoquímica del año 1998 (un total de 170 personas), antes del comienzo del curso práctico de laboratorio. La prueba comprendió 16 preguntas y un texto no científico de alrededor de 200 palabras, extraído del libro “Psicología del aprendizaje” (Ardila, 1970). Nueve de las preguntas fueron de nivel de

Enseñanza Secundaria (áreas Química, Física y Matemática), cinco de nivel universitario (áreas Química Analítica Cuantitativa y Fisicoquímica) y dos relativas al texto de Rubén Ardila. La primera de éstas se planteó para evaluar la comprensión lectora, en tanto que la segunda se orientó a la capacidad de expresión y de síntesis del estudiante, quien debió organizar la información brindada por el texto y jerarquizarla. Si bien la prueba fue anónima, los estudiantes tuvieron la opción de identificarse en ella y el resultado de la misma no fue tomado en cuenta para la calificación curricular.

El abordaje de este trabajo fue cuantitativo en lo que respecta al nivel de conocimientos evaluado a través de las 14 primeras preguntas. El estudio de las respuestas concernientes al texto no científico fue cualitativo. A continuación se indican las 14 preguntas propuestas, ordenadas de acuerdo con las cinco áreas temáticas mencionadas, el texto seleccionado y las dos preguntas relativas a éste. En la prueba original las primeras 14 preguntas no se ordenaron de acuerdo con ningún patrón de referencia.

PREGUNTAS NIVEL SECUNDARIA

ÁREA QUÍMICA

Marque la(s) opción(es) correcta(s) en las primeras 2 preguntas:

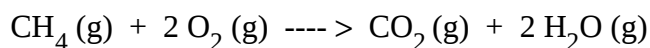
1- Cuando se diluye con agua destilada una solución 0.1N en HCl, el pH:

- a) no varía
- b) aumenta
- c) disminuye

d) varía pero no se puede saber cómo sin conocer el pH del agua destilada

e) varía pero no se puede saber cómo sin conocer el grado de disociación del HCl

2- Dada la combustión:



La mínima concentración inicial de aire necesaria para que se produzca la combustión completa del metano será:

a) el doble de la concentración de metano

b) la mitad de la concentración de metano

c) igual a la concentración de metano

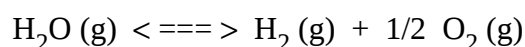
d) la que proporcione una concentración de oxígeno que sea el doble de la concentración de metano

e) la que proporcione una concentración de oxígeno que sea la mitad de la concentración de metano

f) la que proporcione una concentración de oxígeno que sea igual a la concentración de metano

3- En las siguientes frases, tache lo que no corresponda:

Dada la siguiente reacción de descomposición del agua:



Si se aumenta la presión del sistema, manteniendo la temperatura y el volumen constantes, el equilibrio se desplaza a la derecha / izquierda. Dado que el ΔH de la reacción es positivo, dicha reacción es

endotérmica / exotérmica, por lo tanto libera / absorbe calor (a $P=\text{cte}$). Esto implica que al aumentar la temperatura, la constante de equilibrio (K_{eq}) disminuye / aumenta y el equilibrio se desplaza a la izquierda / derecha (partiendo de la posición de equilibrio).

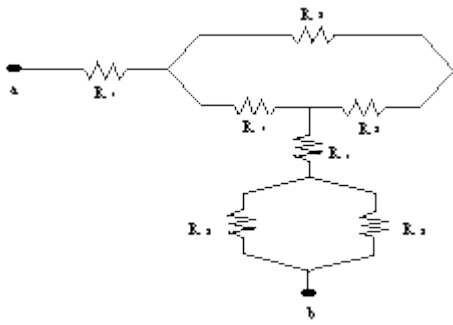
4- Establezca, como mínimo, dos diferencias entre calor y temperatura.

5- Una con una flecha señale lo que corresponda:

- | | |
|------------------|-----------------------------------|
| A) ácido acético | 1) CH_3OH |
| B) acetona | 2) C_3H_8 |
| C) propano | 3) $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ |
| D) metanol | 4) CH_3COOH |
| E) etanol | 5) $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ |

ÁREA FÍSICA

6- Hallar la resistencia equivalente del circuito entre los puntos a y b en función de R_1 y R_2 :



7- Calcular la presión total (en atmósferas y en hectopascales) a la que está sometido un cuerpo que se encuentra sumergido a 10 metros de profundidad en el mar.

$$\rho \text{ (agua de mar)} = 1.0 \text{ g/mL} \quad \rho \text{ (Hg)} = 13.6 \text{ g/mL}$$

Presión atmosférica : 1 atm

ÁREA MATEMÁTICA

8- Expresar el resultado como número fraccionario:

$$\frac{1}{3} + \frac{5}{6} + \frac{1.3}{9} + \frac{1}{2} : \frac{1}{3}$$

$$\frac{3}{3} \quad \frac{6}{6} \quad \frac{9}{9} \quad \frac{2}{2} \quad \frac{3}{3} \quad \frac{2}{2}$$

9- Simplificar la expresión:

$$(x^2)^3 \cdot e^x + \frac{(x^2 + 1)^2 \cdot (e^{-x}) \cdot x^2}{e^{-2x}}$$

$$e^{-2x}$$

PREGUNTAS NIVEL UNIVERSITARIO

ÁREA QUÍMICA ANALÍTICA

Marque la(s) opción(es) correcta(s) en las primeras 3 preguntas:

1- Se desea verter 50.0 mL de agua en un recipiente de reacción. Para ello, ¿cuál de los siguientes materiales utilizaría, sabiendo que dispone de todos ellos?

- a) matraz aforado de 50 mL
- b) pipeta aforada de 50 mL
- c) probeta de 50 mL

2- Las pipetas aforadas permiten medir con precisión volúmenes de:

- a) cualquier líquido
- b) soluciones acuosas diluídas
- c) cualquier líquido de densidad menor o igual que 1 g/mL
- d) cualquier líquido de densidad mayor o igual que 1 g/mL
- e) líquidos muy viscosos

3- Para mejorar el proceso de secado de un matraz aforado se puede:

- a) poner en estufa a 105°C, para acelerar el proceso
- b) dejar a temperatura ambiente
- c) enjuagar con acetona y dejar a temperatura ambiente
- d) enjuagar con éter etílico y dejar a temperatura ambiente
- e) enjuagar con éter etílico y poner en estufa a 105°C

ÁREA FISICOQUIMICA

4- Indique si las siguientes afirmaciones son verdaderas (V) o falsas (F):

- a) Un sistema cerrado es aquel que no intercambia masa con el ambiente.
- b) En un proceso reversible, cada estado intermedio es un estado de equilibrio.
- c) La expansión de un gas contra una presión igual a la atmosférica implica que la presión interna del gas será, en cada instante durante el proceso, la atmosférica (sin importar si el proceso es reversible o no).
- d) Proceso isotérmico significa que $T = \text{cte.}$
- e) Proceso adiabático significa que las temperaturas inicial y final del sistema son iguales , ya que el sistema no intercambia calor con el ambiente.
- f) Siempre que haya diferencia de temperaturas entre dos cuerpos en contacto a través de una pared conductora habrá transferencia de calor.

5.- Resuma, en no más de dos frases, qué dice el Segundo Principio de la Termodinámica.

TEXTO

El aprendizaje no es un proceso simplemente intelectual sino también emocional. El individuo tiene metas en el proceso de aprender, que deben ser claras y precisas para que sean efectivas. El profesor actúa como condicionador emocional, hace que el material adquiera un valor positivo o negativo para el estudiante. El principal papel del profesor es hacer atractivo el material que se va a aprender, y reforzar el comportamiento apropiado del estudiante con el fin de moldear su comportamiento en la dirección deseada. En relación con este punto es importante anotar que las máquinas de enseñar han sido sumamente eficaces y han reemplazado con mucho éxito a los profesores (de escuela primaria, secundaria y universitaria) como dadores de información y de refuerzo; sin embargo, las máquinas no pueden programarse para que actúen como condicionadores emocionales, en la misma forma que lo son los profesores. El papel del profesor como persona que motiva a los estudiantes y los lleva a interesarse y entusiasmarse por el material que se ha de estudiar difícilmente podrá ser suplantado por una máquina. Y es verdad lo que dice Skinner, el profesor que puede ser reemplazado por una máquina *merece* ser reemplazado por ella.

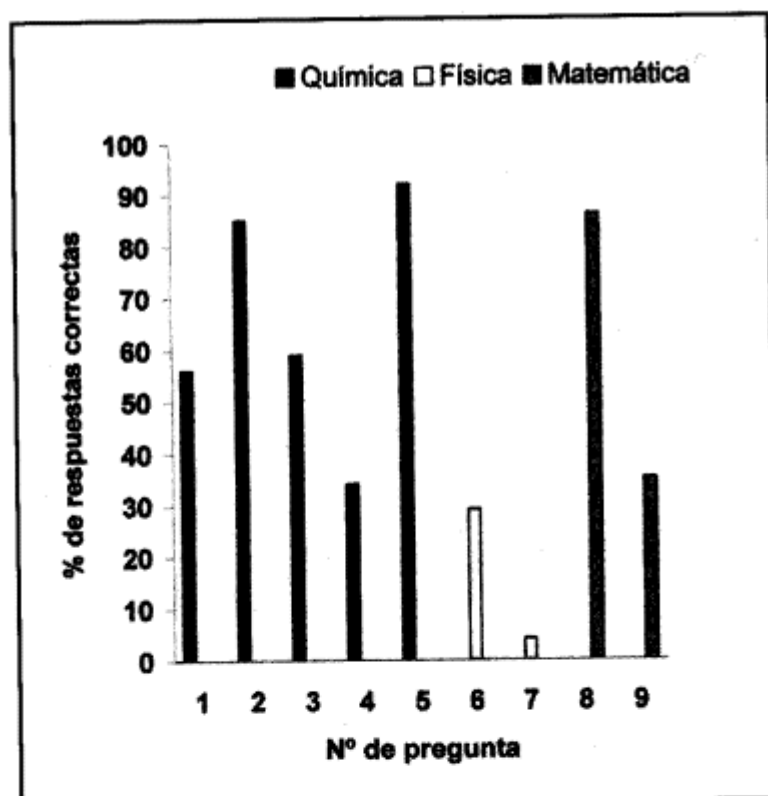
PREGUNTAS

1.- Justifique, de acuerdo con el autor del texto, en no más de cinco renglones, la frase final: "Y es verdad lo que dice Skinner, el profesor que puede ser reemplazado por una máquina *merece* ser reemplazado por ella".

2.- Resuma en una frase el contenido de este texto.

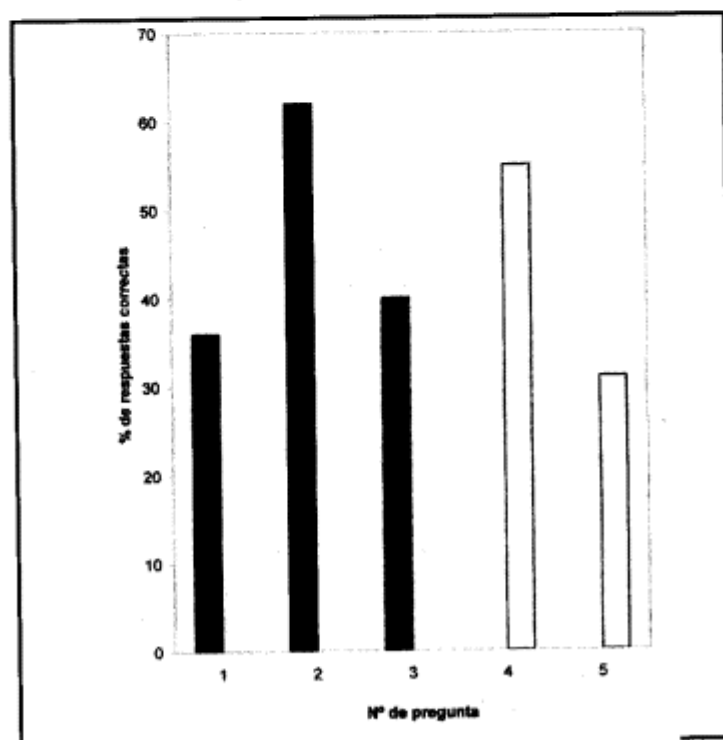
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de esta experiencia se resumen en las gráficas 1 y 2.



NIVEL SECUNDARIA

GRAFICA 2



NIVEL UNIVERSITARIO

En la Gráfica 1 se indica el porcentaje de estudiantes que contestó correctamente las preguntas de nivel de Enseñanza Secundaria (Química, Física y Matemática). En relación con el área Química, solamente entre un 5 y un 15% de los estudiantes mostraron conocimientos suficientes en los temas de estequiometría y nomenclatura orgánica.

Aproximadamente un 50% no manejó correctamente los conceptos de equilibrio químico (principio de Le Chatelier) y de pH; un 65% no estableció correctamente las diferencias entre calor y temperatura. Similares resultados se obtuvieron en 1997 (Grompone y Rodríguez Ayán, 1999). En cuanto a Física es alarmante que el 95% de los estudiantes no adquirió el concepto de presión hidrostática (el mismo porcentaje se obtuvo en 1997). Un 70% no pudo determinar la resistencia equivalente de un circuito que contenía sólo resistencias en serie y en paralelo. Finalmente, en relación con Matemática, el 45% se equivocó al realizar operaciones aritméticas con números fraccionarios. Poco más del 70% se equivocó al simplificar una expresión que contenía potencias y exponenciales, lo cual concuerda plenamente con el resultado obtenido en 1997 (Grompone y Rodríguez Ayán, 1999). En la gráfica 2 se muestran los resultados de las preguntas de nivel universitario (Química Analítica Cuantitativa y Fisicoquímica). Un porcentaje alto de estudiantes (entre 40 y 60%) no adquirió conceptos básicos sobre el uso de material aforado. En 1997 dicho porcentaje fue del 70%. En lo que respecta a Fisicoquímica, a pesar de haber aprobado el primer curso de esta asignatura, un alto porcentaje (entre 45 y 70%) desconoce cuestiones básicas del Primer y del Segundo Principio de la Termodinámica (que son los dos grandes temas del programa del primer curso). Los porcentajes correspondientes en el estudio de 1997 estuvieron comprendidos entre un 35 y un 78%.

En las tablas 1 y 2 se comparan algunos de estos resultados con los obtenidos por Grompone y Rodríguez Ayán (1999) en el estudio similar realizado en el año 1997 con 165 estudiantes.

TABLA 1 NIVEL SECUNDARIA

	1997	1998
Porcentaje de respuestas incorrectas		

según el año		
Área química: equilibrio químico	66	50
Area física: concepto de presión hidrostática	93	95
Area matemática: ejercicio de simplificación	70	70

TABLA 2 NIVEL UNIVERSITARIO

Porcentaje de respuestas incorrectas según el año	1997	1998
Area química analítica: uso del material aforado	70	40-60
Area fisicoquímica: 1 ^{er} y 2 ^o Principios de la Termodinámica	35-78	45-70

En la Tabla 1 se detallan los porcentajes de respuestas incorrectas obtenidos en los años 1997 y 1998 para las preguntas de nivel de Enseñanza Secundaria. En cada área (Química, Física y Matemática) se hizo una sola pregunta del tema mencionado en la tabla (equilibrio químico, presión hidrostática y un ejercicio de simplificación), si bien las preguntas planteadas fueron distintas en cada año. En la Tabla 2 se detallan los porcentajes de respuestas incorrectas obtenidos en los años 1997 y 1998 para las preguntas de nivel universitario. En este caso, en cada área (Química Analítica y Fisicoquímica) se hizo más de una pregunta sobre cada tema mencionado en la tabla (uso del material aforado y 1^{er} y 2^o Principios de la Termodinámica), siendo las mismas diferentes en cada año, como en el caso anterior. Los porcentajes indicados en la Tabla 2 corresponden, por lo tanto, a los rangos de porcentaje obtenidos.

El resultado del trabajo cualitativo sobre el texto no científico fue muy malo. Desde el punto de vista formal, los textos escritos por los estudiantes presentaron una redacción pobre, una sintaxis incorrecta y numerosas faltas de ortografía. Del contenido de los textos elaborados por los estudiantes se

deduce que éstos tienen gran dificultad para jerarquizar la información, utilizando a veces una frase del texto como síntesis del mismo. Gran cantidad de estudiantes incluyó ideas propias como justificación de la frase final del texto e interpretó el papel del docente como “condicionador emocional” más bien hacia el lado del vínculo afectivo y no de lo motivador.

CONCLUSIONES

Respecto a los conocimientos técnicos que los estudiantes deberían tener al ingresar a tercer año de la Facultad de Química, se deduce que el tránsito de ellos por dicha Facultad no logró erradicar carencias importantes de conceptos que deberían haber sido adquiridos en sus estudios secundarios. Así también el nivel alcanzado en los propios estudios universitarios (Química Analítica y Fisicoquímica) fue extremadamente bajo. Esto cuestiona el desarrollo propio de la carrera universitaria así como su vinculación con la enseñanza media, la cual debería aportar un bagaje de conocimientos científicos y una forma de pensamiento deductivo esenciales para esos estudios.

En lo que respecta al análisis del texto queda claro que los estudiantes tienen serias dificultades de comprensión-expresión del lenguaje. Como conclusión adicional se deduce que la mayoría de los encuestados concibe al estudiante como un receptor de lo brindado por el profesor, en un sentido unidireccional del proceso. Asimismo, a través de las respuestas de los estudiantes se observa la necesidad de éstos de mantener vínculos personalizados con el docente, cuya presencia como ser humano reclaman.

BIBLIOGRAFIA

Ardila, R., *Psicología del aprendizaje*, Siglo Veintiuno Editores S.A., México, 1970, p. 32-33.

Braga, I.L. ¿Ingresan los alumnos en la Universidad con un adecuado desarrollo de los niveles de razonamiento? *Enseñanza de las Ciencias*, 5 [1], 1987, 16-26.

Grompone, M. Antonia y Rodríguez Ayán María Noel. Diagnóstico del nivel de conocimientos de los estudiantes que ingresan al tercer año de la Facultad de Química. *Asoc. Educ. Quim.*, [13], 1999 (en prensa).

Torres Sánchez, Manuela. Análisis del fracaso escolar de química de alumnos de primer curso universitario en Facultad de Ciencias, *II Coloquio Internacional ESQUIOL (Libro de Actas)*, 1994, 417-420.

UNESCO. *Anuario Estadístico*, 1996.